System Engineering and Productivity/ 2024/ Vol.4/ No.2/ 63-74

System Engineering and Productivity

DOI: 10.22034/msb.2024.2016101.1166

A Model to Increase the Security of Healthcare Management Systems by Integrating Blockchain Technology

Ali Darabi Tehrani [1*], Mohammad Rabiei [2]

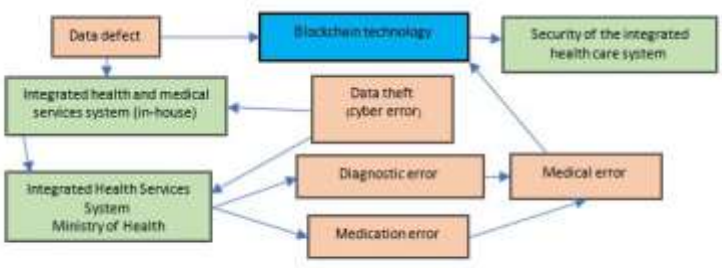
[1] M.Sc., Department of Computer Engineering, Faculty of Electrical, Computer and Mechanical Engineering, University of Eyvanekey, Eyvanekey, Iran

[2] Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Faculty of Electrical, Computer and Mechanical Engineering, University of Eyvanekey, Eyvanekey, Iran

HIGHLIGHTS

- The present study aims to determine a model to increase the security of healthcare management devices by integrating blockchain technology.
- Blockchain technology can help increase patient safety and security with its capabilities to reduce violations and errors.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Article Type: Research paper
Received: 21 July 2023
Received in revised form: 30 December 2023
Accepted: 28 April 2024
Available online: 22 August 2024
*Correspondence:
alidarabitehrni@gmail.com

How to cite this article:
Tehrani, A.D, Rabiei, M., (2024). A model to increase the security of healthcare management systems by integrating blockchain technology. *System Engineering and Productivity*. *4*(2), 63-74.

Keywords:
Security
Electronic health record
Blockchain
Integrity

ABSTRACT

In the present era, the demand for health care is increasing. The rapid growth of the world's population and the limitation of resources and the development of information have made the proper provision of services costly and challenging, especially the occurrence of health and medical violations and errors. Therefore, the present study was conducted with the aim of determining a model to increase the security of health and medical service management systems by integrating blockchain technology. This study was conducted as descriptive research with a qualitative and quantitative method and by means of a questionnaire with two types of multiple-choice and descriptive questions. The statistical population included experts, and their number was 3 people from within the country and 15 people from abroad, a total of 18 people. After collecting the information, its analysis was carried out with SPSS27 and PLS4 software. The findings showed that the occurrence of health and medical violations and errors has made the safety and security of providing health and medical services risky for patients. Blockchain technology, with its capabilities to reduce violations and errors, can help increase patient safety and security, and impact the quality of healthcare services.

مهندسی سیستم و بهره‌وری/ سال ۱۴۰۳/ دوره ۴/ شماره ۲/ صفحه ۶۳-۷۴

نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری

DOI: 10.22034/msb.2024.2016101.1166

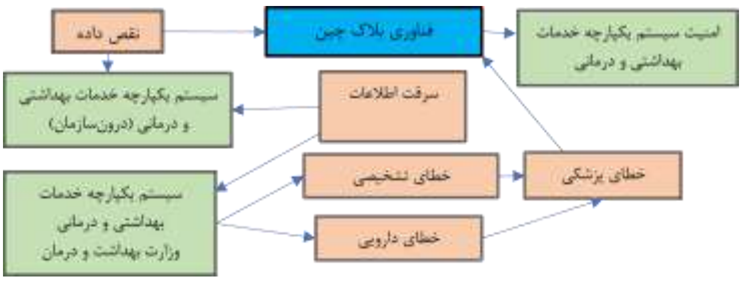
مدلی به‌منظور افزایش امنیت سیستم‌های مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با تلفیق فناوری بلاک‌چین

علی دارابی طهرانی [1]*، محمد ربیعی [2]

[1] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک، دانشگاه ایوان‌کی، ایوان‌کی، ایران

[2] استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک، دانشگاه ایوان‌کی، ایوان‌کی، ایران

چکیده گرافیکی



برجسته‌ها

- تحقیق حاضر با هدف تعیین مدلی به‌منظور افزایش امنیت دستگاه‌های مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با تلفیق فناوری بلاک‌چین انجام‌شده است.
- فناوری بلاک‌چین می‌تواند با قابلیت‌های خود، نسبت به کاهش نقض و خطاها، به افزایش ایمنی و امنیت بیماران کمک کند.

چکیده

در عصر حاضر، تقاضا برای مراقبت‌های بهداشتی و درمانی روبه افزایش است. رشد سریع جمعیت جهان و محدود شدن منابع و توسعه اطلاعات، انجام مناسب خدمات را پرهزینه و دچار چالش نموده است، خصوصاً بروز نقض و خطاهای بهداشتی و درمانی، لذا تحقیق حاضر با توجه به موارد فوق‌الذکر و با هدف تعیین مدلی به‌منظور افزایش امنیت دستگاه‌های مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با تلفیق فناوری بلاک‌چین انجام‌شده است. این مطالعه به‌صورت تحقیق توصیفی و با روش کیفی و کمی و به‌وسیله پرسشنامه با دو نوع سؤال گزینه‌ای و تشریحی انجام‌شده است. جامعه آماری شامل خبرگان و تعداد آن‌ها، ۳ نفر از داخل کشور و ۱۵ نفر از خارج از کشور، مجموعاً ۱۸ نفر بوده‌اند. پس از جمع‌آوری اطلاعات، تجزیه‌وتحلیل آن با نرم‌افزارهای SPSS27 و PLS4 انجام‌شده است. یافته‌های نشان داده است بروز نقض و خطاهای بهداشتی و درمانی، ایمنی و امنیت ارائه خدمات بهداشتی و درمانی را برای بیماران پرمخاطره نموده است. فناوری بلاک‌چین می‌تواند با قابلیت‌های خود، نسبت به کاهش نقض و خطاها، به افزایش ایمنی و امنیت بیماران کمک نموده و بر کیفیت ارائه خدمات بهداشتی و درمانی تأثیرگذار باشد.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۳۰

بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۰۹

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹

ارائه برخط: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱

*نویسنده مسئول:

alidarabitehrni@gmail.com

کلیدواژه‌ها:

امنیت

پرونده الکترونیکی سلامت

بلاک‌چین

یکپارچگی

۱- مقدمه

از گذشته تاکنون، سلامتی یکی از ارکان مهم و اصلی زندگی، برای بقای انسان‌ها بوده به‌طوری‌که آن را می‌توان یکی از بزرگ‌ترین ریسک‌های زندگی در نظر گرفت. داشتن مراقبت‌های بهداشتی و درمانی خوب و باکیفیت پیش‌نیاز و ضرورت سلامتی بوده است. در اساسنامه سازمان بهداشت جهانی سلامتی به‌عنوان وضعیت رفاه کامل جسمی، روانی و اجتماعی بیان و تعریف‌شده است. در سال ۱۹۹۴ سازمان ملل متحد در گزارش برنامه توسعه بشری خود هفت مؤلفه از امنیت انسان را تعریف کرده است که یکی از آن‌ها امنیت سلامتی (حق بر سلامت و حمایت از بیماران) بوده است. ایمنی بیماران هدف و شعار اصلی دستگاه‌های ارائه‌دهنده مراقبت‌های بهداشتی است (Sameera et al,. 2021). به‌طورکلی ایمنی و امنیت هدف یکسانی دارند (Burns et al,. 1992)؛ یعنی، حفاظت از یک سیستم و حفظ یکپارچگی انسان، زیرساخت، سخت‌افزار، نرم‌افزار، سرمایه و دارایی‌های نامشهود. ایمنی و امنیت از دو طرف قابل‌اعتماد هستند؛ زیرا یک مشکل ایمنی ممکن است باعث ایجاد یک مشکل امنیتی شود و بالعکس (Gutiérrez & Byers, 2017). بررسی‌های جمعیت شناختی سازمان ملل متحد نشان می‌دهد که جمعیت جهان رو به سالمندی می‌رود. این روند به معنی آن است که روزبه‌روز تقاضا برای استفاده از خدمات بهداشتی و درمانی افزایش خواهد یافت و این می‌تواند چالش بزرگی برای ارائه باکیفیت خدمات باشد.

امروزه با افزایش تقاضا برای مراقبت‌های بهداشتی رو به هستیم. از یک طرف رشد سریع جمعیت جهان و محدود شدن منابع و از طرف دیگر افزایش و گسترش روزافزون داده‌ها و اطلاعات و پیچیدگی سوابق بهداشتی و درمانی، انجام مناسب خدمات را پرهزینه و دچار چالش نموده است. بررسی مطالعات انجام‌شده و ادبیات حوزه مراقبت‌های بهداشتی و درمانی بیان‌کننده این موضوع است که رعایت و حفظ ایمنی و امنیت در ارائه خدمات بهداشتی و درمانی دو عامل مهم و اساسی در انجام باکیفیت خدمات و قابل‌قبول بودن مراقبت‌های بهداشتی بوده است. بروز نقض و خطاهای بهداشتی و درمانی در قالب خطاهای پزشکی که شامل خطاهای تشخیصی، دارویی، تجهیزات پوشیدنی بیماران و ... همچنین امنیت نگهداری و تبادل داده‌ها و اطلاعات و جلوگیری از سرقت آن‌ها که در قالب امنیت و نقض‌های سایبری مطرح‌شده‌اند، ایمنی و امنیت ارائه خدمات بهداشتی و درمانی را برای بیماران پرمخاطره نموده است. هرچند استفاده وسیع از فناوری اطلاعات (در قالب دستگاه‌های یکپارچه مراقبت بهداشتی) در مراکز درمانی، به بهبود ایمنی بیماران کمک شایانی نموده و همچنین فناوری اطلاعات سلامت توانسته اثرات مثبتی را در ارائه خدمات و مراقبت‌های بهداشتی و درمانی مانند بهبود خدمات و کاهش خطاهای دارویی در مراکز مربوطه ایجاد نماید. بااین‌حال، بسیاری از انواع مختلف خطاهای پزشکی که به استفاده از فناوری اطلاعات سلامت در مراقبت‌های بهداشتی نسبت داده‌شده، بر ایمنی بیماران تأثیر منفی گذاشته است به‌طوری‌که این امر منجر به طولانی شدن مدت بستری در مراکز درمانی، بروز عوارض جانبی اضافی، یا ناراحتی، افزایش هزینه‌های مالی و در برخی موارد حتی باعث مرگ بیماران و پیامدهای نامطلوب شده است. خطاهای انسانی بخش قابل‌توجهی از حوادث ناگوار قابل‌پیشگیری در مراقبت‌های بهداشتی را تشکیل داده است. حتی متخصص‌ترین پزشکان نیز از آن مصون نبوده‌اند (Sameera et al,. 2021). گزارش‌های اخیر نشان داده است که بیش از ۸۵ درصد از نقض‌های داده‌ها هنوز توسط یک عنصر انسانی ایجادشده‌اند. سازمان‌های مراقبت‌های بهداشتی یکی از مجموعه‌هایی بوده که هدف مجرمان سایبری قرارگرفته است (Yeng et al,. 2022). مطالعه و بررسی ادبیات حوزه بهداشتی و درمانی گویای این واقعیت است که خطاهای پزشکی و تشخیصی یکی از پنج علت رایج مرگ‌ومیر محسوب می‌شوند و نشان‌دهنده این واقعیت است که خطاهای پزشکی به‌عنوان تهدیدهای اصلی برای ایمنی بیماران در سراسر جهان شناخته‌شده‌اند (Rahimi et al,. 2022) به‌طوری‌که ۲۲ تا ۴۴ درصد از خطاهای پزشکی منجر به از دست دادن جان بیماران شده است. بـه ترتیـب بیشترین آن‌ها نقض دارویـی، کارهای احتیاطی، کارهای درمانی و مدیریتی است.

۲- مبانی نظری و عملی پژوهش

به‌طورکلی ایمنی و امنیت هدف یکسانی دارند. یعنی حفاظت از یک سیستم و حفظ یکپارچگی انسان،

زیرساخت، سخت‌افزار، نرم‌افزار، سرمایه و دارایی‌های نامشهود (Burns et al,. 1992). ایمنی و امنیت از دو طرف قابل‌اعتماد هستند. زیرا یک مشکل ایمنی ممکن است باعث ایجاد یک مشکل امنیتی شود و بالعکس (Cusimano & Byers, 2017).

کلمنتس امنیت را به‌صورت خلاصه این‌گونه بیان نموده است: رهایی از خطر یا مخاطرات و یا لطمات، ایمنی روانی، رهایی از هراس یا تردید، مشوش نبودن، نبودن احتمال ناکامی، چیزی که ایمنی می‌دهد و اطمینان می‌بخشد. همچنین بوزان اعتقاد دارد که تعاریف لغوی امنیت عبارت از: حفاظت در مقابل خطر (امنیت عینی) احساس ایمنی (امنیت ذهنی) و رهایی از تردید (اعتماد به دریافت‌های شخصی) است. به اعتقاد بوزان اکثر تهدیداتی که متوجه افراد است، ناشی از این حقیقت است که افراد در محیط انسانی به سر می‌برند و این محیط به وجود آورنده انواع فشارهای غیرقابل‌اجتناب اجتماعی، اقتصادی و سیاسی است. تهدیدات موجود در جامعه به اشکال بسیار متنوعی رخ می‌دهد ولی اصولاً سه نوع هستند: تهدیدات فیزیکی یا جسمی (درد، صدمه و مرگ)، تهدیدات اقتصادی، تهدیدات نسبت به حقوق همراه با تهدیدات موقعیت یا وضعیت. غالباً این تهدیدات باهم همبستگی دارند یعنی وقوع یکی از آن‌ها، ممکن است به بروز عواقبی در دیگری منجر شود (Kafy, 2009).

۲-۱- امنیت سلامتی

امنیت سلامتی شامل امنیت داده‌های مربوط به مراقبت‌ها و خدمات بهداشتی و درمانی است. این امر یکی از موارد مهم برای زندگی و بقای انسان‌ها است. و از دو جنبه ۱- فرآیندی، که شامل مراحل تشخیص پزشکی و رخداد خطاهای درمانی و دارویی است. و ۲- امنیت داده و اطلاعات (امنیت سایبری، جلوگیری از افشاء و سرقت) که شامل نقض و خطاهای داده و اطلاعات است. باید موردتوجه و مدنظر قرار گیرد.

در حال حاضر اطلاعات یکی از مهم‌ترین منابع قدرت محسوب می‌شود. و از اساسی‌ترین ارکان برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری و توسعه است. سهولت یافتن و اشتراک‌گذاری اطلاعات، همگی عناصری هستند که به دستیابی به حجم عظیمی از داده‌ها و اطلاعات کمک می‌کنند. سیستم اطلاعاتی، مجموعه‌ای یکپارچه از اجزای جمع‌آوری، ذخیره و پردازش داده‌ها و ارائه اطلاعات، دانش و محصولات دیجیتالی است. شرکت‌های اقتصادی و سازمان‌های دیگر برای انجام و مدیریت فعالیت‌های خود، تعامل با مشتریان و تأمین‌کنندگان و رقابت در بازار از دستگاه‌های اطلاعاتی استفاده می‌کنند.

بر همین اساس، فناوری اطلاعات سلامت، حوزه‌ای از فناوری اطلاعات است. که شامل طراحی، توسعه، ایجاد، استفاده و نگهداری دستگاه‌های اطلاعاتی و تحلیل آن‌ها برای صنعت مراقبت‌های بهداشتی و درمانی می‌باشد.

بخش مراقبت‌های بهداشتی به‌طور مداوم پیگیر یافتن و اجرای راه‌حل‌های نوین دیجیتالی برای مدیریت عملیات بالینی، اداری و مالی سازمان‌های پزشکی است. دستگاه‌های اطلاعات سلامت، یکی از مزایای فناوری برای صنعت سلامت است، که به مدیریت داده‌های مراقبت‌های بهداشتی با کارایی کامل کمک می‌کند. علاوه بر این، سیستم مدیریت اطلاعات بیمار به ذخیره اطلاعات بهداشتی، داده‌های کارکنان و موجودی کمک می‌کند. که به‌راحتی می‌تواند در سراسر دستگاه‌های اطلاعات سلامت در مراقبت‌های بهداشتی منتقل شود. پیاده‌سازی این سیستم به بهبود کیفیت مراقبت از بیمار، کاهش هزینه‌های عملیاتی، بدون خطا کردن داده‌های مدیریت و سازمان‌دهی بیشتر کل فرآیند مدیریت داخلی کمک می‌کند. نگهداری و ذخیره اطلاعات موجب تولید سوابق الکترونیک پزشکی می‌شود که معادل دیجیتالی سوابق کاغذی یا نمودارهایی که در مطب پزشک وجود دارد است. این پرونده‌ها معمولاً حاوی اطلاعات کلی مانند: درمان و تاریخچه پزشکی در مورد یک بیمار هستند که توسط پزشک به‌صورت فردی جمع‌آوری و تهیه شده است. از مزایای این پرونده‌ها پیگیری و ردیابی داده‌های بیماران در مدت طولانی و بین ارائه‌کنندگان مختلف مراقبت‌های بهداشتی و درمانی است. و به سازمان‌ها در ارائه مراقبت‌های کارآمد و دقیق کمک می‌کند (Yusefi et al,. 2023).

۲-۱-۱- بلاک‌چین

بلاک‌چین یک دفتر کل عمومی توزیع‌شده دیجیتالی غیرمتمرکز است، که فرآیند ثبت تراکنش‌های آنلاین را

تسهیل می‌کند. تنها هدف بلاک‌چین ذخیره و به اشتراک‌گذاری داده‌ها است. و بلاک‌ها شامل تمام تراکنش‌هایی هستند که در شبکه انجام‌شده است. در یک بلاک‌چین، درخواست تراکنش انجام می‌شود و سپس سیستم این درخواست را احراز هویت می‌کند. این منجر به ایجاد یک بلوک می‌شود که نشان‌دهنده تراکنش است، که برای هر شرکت‌کننده در شبکه ارسال می‌شود. شرکت‌کنندگان برای اعتبارسنجی تراکنش باهم رقابت می‌کنند و زمانی که اعتبار آن تائید شد، بلوک به بلوک‌های موجود اضافه می‌شود که به‌نوبه خود یک زنجیره را تشکیل می‌دهند. این فرآیند که در آن شرکت‌کنندگان مختلف برای احراز هویت یک بلوک و تائید یک تراکنش به رقابت می‌پردازند، به‌عنوان "ماینینگ" شناخته می‌شود (Sam, 2022).

۲-۲- پیشینه پژوهش

مطالعات (Khatri et al,. 2021) نشان داد که یک چارچوب تراکنش‌های ایمن، هوشمند و همتا به همتا را می‌توان توسط بلاک‌چین توسعه داد. نتایج مطالعه هالِم و همکاران در سال ۲۰۲۱ نشان داد که برنامه‌های بلاک‌چین می‌توانند اشتباهات شدید و حتی خطرناک در زمینه پزشکی را به‌دقت شناسایی کنند.

کارهای هوانگ و همکاران (Huang et al,. 2022) مشخص نمود که، فناوری بلاک‌چین می‌تواند یک پلت فرم بالقوه برای ساخت دستگاه‌های بهداشتی در مقیاس بزرگ باشد. فناوری بلاک‌چین می‌تواند یک سیستم پرونده الکترونیک سلامت ایمن که بیماران و ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی را قادر می‌سازد به سوابق سلامت دسترسی داشته باشند و درعین‌حال قابلیت استفاده، امنیت و حفظ حریم خصوصی را ارائه دهند، را فراهم نماید.

الزهرانی و همکاران مطالعاتی در خصوص توانایی‌های بلاک‌چین انجام دادند (Alzahrani et al,. 2022). در این مطالعه بیان شده است که بخش مراقبت‌های بهداشتی به دلیل ناکارآمدی در مدیریت داده‌های خود با مشکلاتی مواجه بوده است. ازاین‌رو فناوری بلاک‌چین برای حل مشکلات، موردتوجه قرارگرفته است. زیرا پتانسیل ذخیره، مدیریت و به اشتراک‌گذاری ایمن پرونده‌های الکترونیکی پزشکی را در جامعه مراقبت‌های بهداشتی داشته است. بنابراین، این فناوری تأثیر مثبتی بر نتایج مراقبت‌های بهداشتی برای ذینفعان مختلف داشته است. قابلیت همکاری در مراقبت‌های بهداشتی تبادل داده‌های مرتبط با سلامت مانند پرونده‌های پزشکی را بین نهادهای مراقبت‌های بهداشتی آسان کرده است، تا سوابق به اشتراک گذاشته و بین دستگاه‌های بالینی توزیع شود.

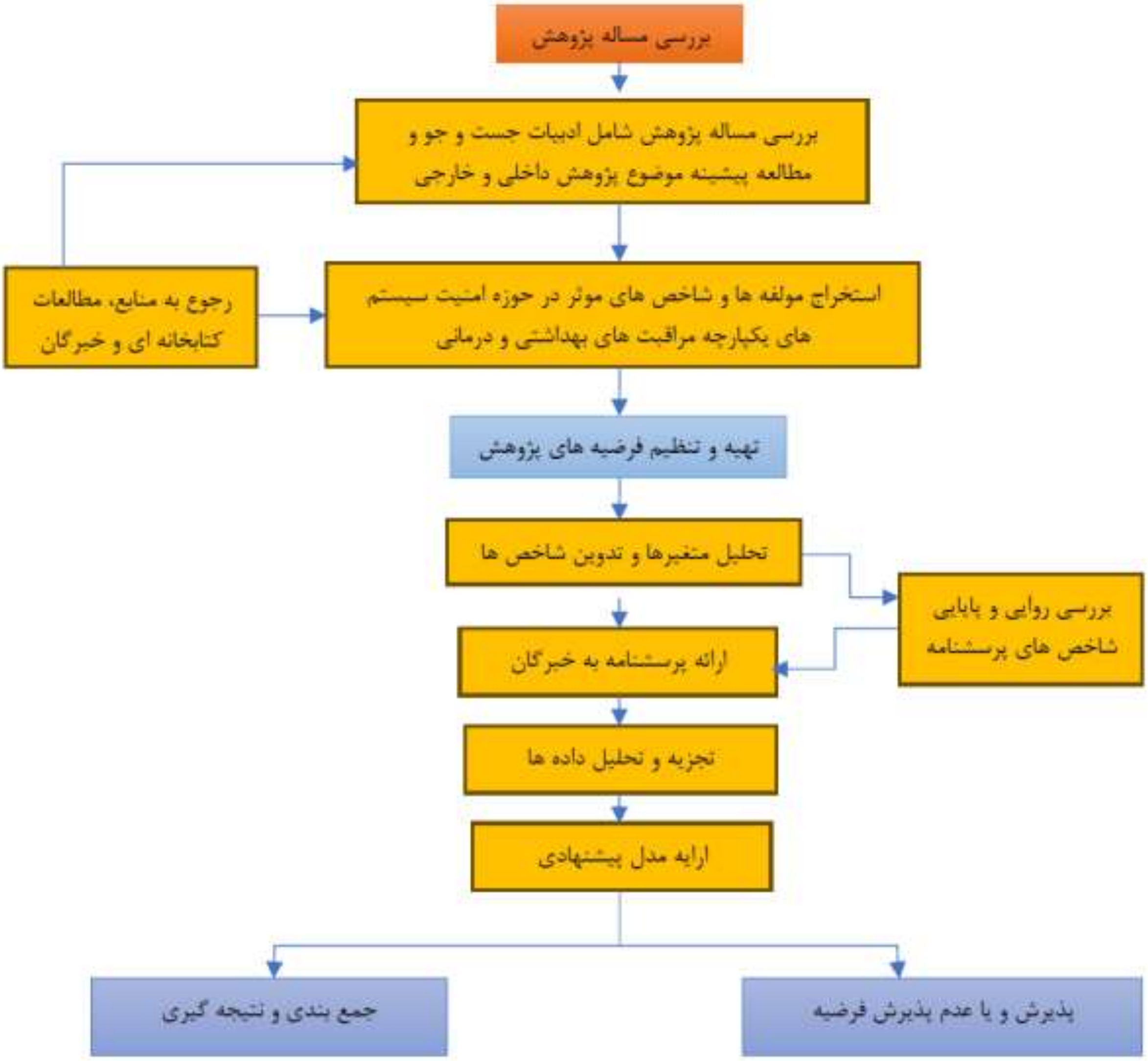
بر اساس پژوهشی که شعیب و همکاران (Shuaib et al,. 2022) انجام دادند، بیان شده است که فناوری بلاک‌چین پتانسیل بالایی برای بهبود کارایی، امنیت و حریم خصوصی سیستم‌ها برای به اشتراک‌گذاری پرونده الکترونیک سلامت دارد. در مطالعه انجام‌شده توسط ویلارئال و همکاران (Villarreal et al,. 2022) بیان شده است که در سال‌های اخیر تبادل امن اطلاعات پزشکی به‌طور قابل‌توجهی به کیفیت زندگی افراد کمک کرده است. و مراقبت و درمان آن‌ها را بهبود بخشیده است. لیکن قابلیت همکاری کل اکوسیستم مراقبت‌های بهداشتی یک چالش همیشگی و حتی فراتر از آن بوده است. و فناوری بلاک‌چین به‌عنوان یکی از جایگزین‌های اصلی برای ایجاد تعادل در اکوسیستم مراقبت‌های بهداشتی در حال ظهور است. در پژوهشی که کیانی و همکاران انجام دادند (Kiani et al,. 2023) بیان داشتند که در دنیای امروز، سلامت و پزشکی نقش غیرقابل‌انکاری در زندگی انسان دارند. دستگاه‌های سنتی و ثبت الکترونیک سلامت فعلی که برای تبادل اطلاعات بین ذینفعان پزشکی (بیماران، پزشکان، شرکت‌های بیمه، داروسازی، محققان پزشکی و ...) استفاده می‌شوند، به دلیل داشتن معماری متمرکز، از نظر امنیت و حریم خصوصی دچار ضعف‌هایی هستند.

فناوری بلاک‌چین با توجه به استفاده از رمزگذاری، حریم خصوصی و امنیت دستگاه‌های پرونده الکترونیک سلامت را تضمین می‌کند. علاوه بر این، این فناوری می‌تواند به دلیل ماهیت غیرمتمرکز خود از خرابی مرکزی و نقاط حمله مرکزی جلوگیری نماید. دی کاستا و همکاران در سال ۲۰۲۳ (Da Costa et al,. 2023) طی مطالعه‌ای که انجام دادند، اعلام نمودند، ذخیره و به اشتراک‌گذاری سوابق پزشکی از طریق دستگاه‌های الکترونیکی دارای خطرات امنیتی است. طی مطالعه انجام‌شده آن‌ها یک پروتکل مبتنی بر بلاک‌چین را برای انجام ایمن کار

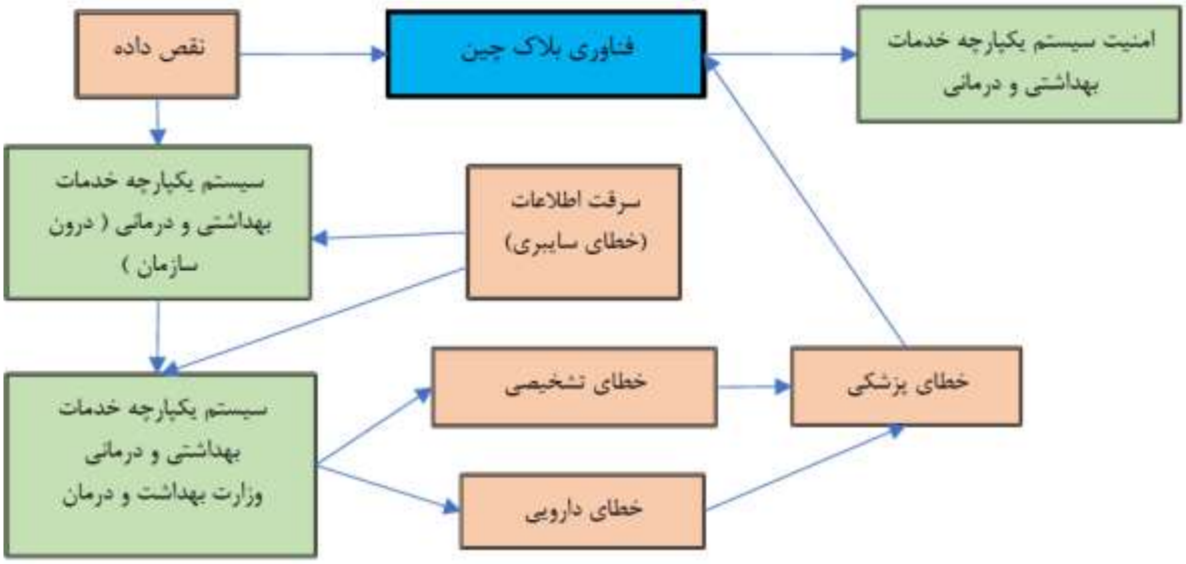
پیشنهاد دادند. کائور و همکاران (Kaur et al,. 2023) طی پژوهشی که انجام دادند اعلام داشتند پرونده‌های الکترونیک سلامت در برابر نقض داده و حملات مجرمانه سایبری بسیار آسیب‌پذیر هستند. بعد از به خطر افتادن مدارک و مستندات، سوابق سلامت قابل بازگشت و بازیابی نخواهند بود. این مطالعه یک سیستم اشتراک‌گذاری و نگهداری مطمئن و ایمن برای سوابق پرونده‌های الکترونیک سلامت مبتنی بر بلاک‌چین را پیشنهاد کرده است. با عنایت به موارد مطرح‌شده مشخص می‌شود که تمامی مطالعات انجام‌شده تائیدی بر تحقیق حاضر بوده و هم‌راستا با آن است.

۳- روش بررسی پژوهش

پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۲، به‌صورت کیفی و کمی و با مطالعات کتابخانه و میدانی انجام‌شده است. تحقیق حاضر دارای ۴ فرضیه و ۴ سؤال بوده است. در تحقیق حاضر به دلیل اینکه موضوع پژوهش و فناوری بلاک‌چین هر دو جدید بوده‌اند، خصوصاً در داخل کشور و همچنین عدم آشنایی با فناوری فوق و اثرات آن، لذا جامعه آماری بسیار محدود بوده است. در شکل **۱** مراحل انجام پژوهش نشان داده‌شده است.



شکل (۱): مراحل انجام پژوهش.



شکل (۲): مدل مفهومی اولیه.

با توجه به ماهیت تحقیق حاضر، لازم بوده است که خبرگان از میان افرادی برگزیده شوند که دارای اطلاعات، تخصص و تجربه کافی در این حوزه هستند. ازاین‌رو برای اخذ پاسخ بهتر و بالا بردن کیفیت تحقیق، از خبرگان داخل و خارج از کشور به همراه هم استفاده شده است.

در تحقیق حاضر بر اساس مطالعات انجام‌شده در حوزه ایمنی و امنیت مراقبت‌های بهداشتی و درمانی و همچنین دستگاه‌های مدیریت مرتبط با آن، مطابق با شکل (**۱**) ابتدا یک مدل مفهومی اولیه تهیه شده است. با توجه به موضوع تحقیق، برای کسب نتیجه مطلوب‌تر، از ابزار پرسشنامه استفاده شده است.

با توجه به جدید بودن موضوع پژوهش و کمبود پرسشنامه برای آن، با الگوبرداری از سایر پرسشنامه‌هایی که مسائل و مشکلات حوزه بهداشت و درمان را بیان کرده بودند، شاخص‌ها و مؤلفه‌های تأثیرگذار در بروز نقض‌ها و خطاها، استخراج و با تطبیق دهی با موضوع، یک پرسشنامه با ۸ مؤلفه، شامل خطاهای مدیریتی، خطاها و شرایط مراقبان، نقض و خطاهای پزشکی، تشخیصی و دارویی، خطاهای ارتباطی بین سیستم‌ها و نقض و خطاهای سایبری، در قالب ۶ سؤال تشریحی و ۳۸ سؤال گزینه‌ای و بر اساس طیف لیکرت ۵ درجه‌ای تدوین شده است. برای تائید روایی پرسشنامه با مشاوره با خبرگان و دریافت نظرات آن‌ها انجام‌شده است. پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ (رابطه ۱) محاسبه و مقدار متوسط آن برای همه مؤلفه و سؤالات ۰/۸۰۴، و در محدوده موردقبول بوده است.

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} \sigma_{y_i}^2}{\sigma_y^2}\right) \quad (۱)$$

این پرسشنامه با کمک و همراهی ۱۸ نفر از خبرگان که ۳ نفر از داخل (یک نفر به دلیل نقص اطلاعات حذف شده است) و ۱۵ نفر از خارج از کشور بوده‌اند تکمیل شده است. کارهای تحلیلی بر روی آن‌ها در دو قالب آمار توصیفی و آمار استنباطی با نرم‌افزارهای SMART PLS4 و SPSS27 انجام‌شده است. با برازش‌های انجام‌شده، مدل نهایی تحقیق بر همین اساس تهیه شده است.

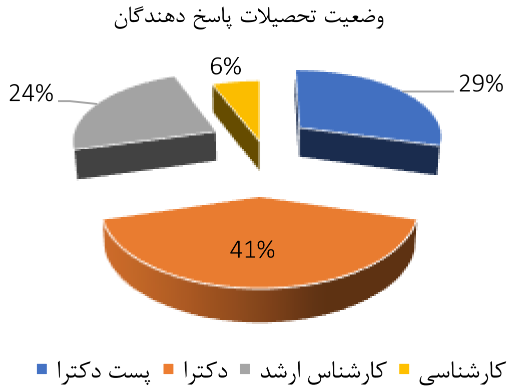
۳-۱- چارچوب مفهومی

مدل مفهومی و اولیه پیشنهادی برای این پژوهش در ادامه در شکل **۲** آورده شده است.

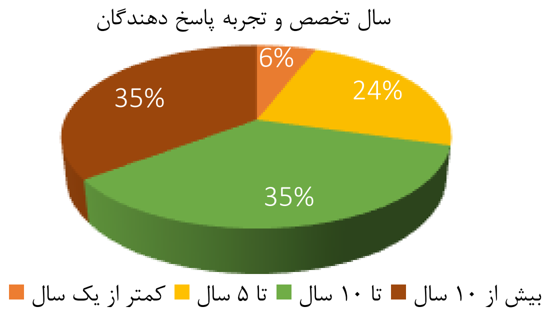
۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات و یافته‌ها

بررسی دموگرافیک خبرگان پاسخ دهندگان به پرسشنامه از نظر وضعیت تحصیلات و میزان سال تخصص و تجربه در شکل‌های **۳** و **۴** مشخص شده است.

نتایج آزمون Kolmogorov-Smirnov نشان داد که، توزیع داده‌ها به دو صورت نرمال و غیر نرمال است. لذا برای تحلیل آن‌ها از نرم‌افزار SMART PLS4 که هم‌زمان هر دو داده‌ها را تحلیل می‌نماید استفاده شد.



شکل (۳): نمودار وضعیت فراوانی تحصیلات پاسخ‌دهندگان.



شکل (۴): نمودار وضعیت فراوانی تخصص و تجربه پاسخ‌دهندگان.

به‌منظور ارزیابی مدل، در این پژوهش از بارهای عاملی، بررسی پایایی ترکیبی و میانگین واریانس استخراج شده، بررسی جذر میانگین واریانس استخراج شده و همبستگی میان شاخص‌ها استفاده شد. به‌منظور دستیابی به اعتبار همگرا و میزان همبستگی، آزمون‌های پایایی مرکب و میانگین واریانس ارزیابی‌شده. تحلیل عاملی تائیدی سؤالات پرسشنامه تحقیق در جدول **۱** مشخص است. از آنجایی که معیار آلفای کرونباخ یک معیار سنتی برای تعیین پایایی سازه‌ها است، در پی ال اس معیار مدرن‌تری نسبت به آلفای کرونباخ به نام پایایی ترکیبی به کار برده می‌شود. با توجه به جدول **۱** مقادیر پایایی ترکیبی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده است. پایایی ترکیبی برای تمامی سازه‌ها، بالاتر از مقدار ۰/۷گزارش شده است. این مبین این امر است که، سازه‌ها از پایایی ترکیبی مناسبی برخوردار هستند.

$$CR = \frac{(\sum_{i-1}^{n} \lambda_i)}{(\sum_{i-1}^{n} \lambda_i)^2 + \sum_{i-1}^{n} \delta_i} \qquad (۲)$$

برای بررسی روایی همگرا، شاخص میانگین واریانس استخراج شده محاسبه شد. نتایج نشان داد پرسشنامه از روایی همگرا برخوردار است. زیرا پایایی ترکیبی بزرگ‌تر از ۰/۷ است. AVE بزرگ‌تر از ۰/۵ است. و پایایی ترکیبی از AVE بزرگ‌تر است.

$$AEV = \frac{\sum_{i-1}^{n} \lambda_i}{n}$$

CR > ۰/۷ (۳)

CR > AVE

AVE > ۰/۵

برای بررسی کفایت مدل ضرایب R^2 و GOF، محاسبه شد. ضریب R^2 مربوط به متغیرهای پنهان درون‌زای (وابسته) مدل است. معیاری برای نشان دادن تأثیر یک متغیر برونزا بر یک متغیر درونزا است. مقدار ضریب متوسط R^2 برای کل مدل برابر ۰/۵۳۰ بوده است. GOF یا شاخص نیکویی برازش، بخش ساختاری و اندازه‌گیری را به‌صورت همزمان بررسی می‌کند. این شاخص با استفاده از میانگین هندسی شاخص R^2 و میانگین شاخص‌های اشتراکی قابل محاسبه است. مقدار ضریب GOF برای کل مدل برابر ۰/۵۵۱ بوده است. نتیجه اینکه هر دو ضریب مقدار مناسبی برای کفایت مدل بوده اند. با توجه به تحلیل اطلاعات و تهیه مدل حاصل از برازش‌های آن، در صورتی که هدف اصلی پژوهش را که عبارت است از: مدلی به‌منظور افزایش امنیت دستگاه‌های مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با تلفیق فناوری بلاک چین، را به‌عنوان یک فرضیه کلی پژوهش هم در نظر بگیریم بر اساس جدول **۲**، اهداف تحقیق و فرضیه‌های آن محقق شده است. در تحقیق حاضر جهت تحلیل مدل معادلات ساختاری، از نرم‌افزار SMART PLS4 استفاده شد. در شکل‌های **۵** و **۶** نتایج برازش مدل در دو حالت استاندارد و تی استودینت مشخص شده است. تحقیق حاضر دارای ۴ فرضیه بوده است. با توجه به مدل به‌دست‌آمده از برازش و با توجه به جدول **۲** فرضیات پژوهش اثبات‌شده است، که در ادامه بیان شده‌اند.

۱) فناوری بلاک چین با کاهش نقض داده‌ها و اطلاعات، بر افزایش امنیت دستگاه‌های مدیریت یکپارچه خدمات بهداشتی و درمانی تأثیر معناداری دارد.

۲) فناوری بلاک چین با کاهش خطا و سرقت سایبری، بر افزایش امنیت دستگاه‌های مدیریت

یکپارچه خدمات بهداشتی و درمانی تأثیر معناداری دارد.

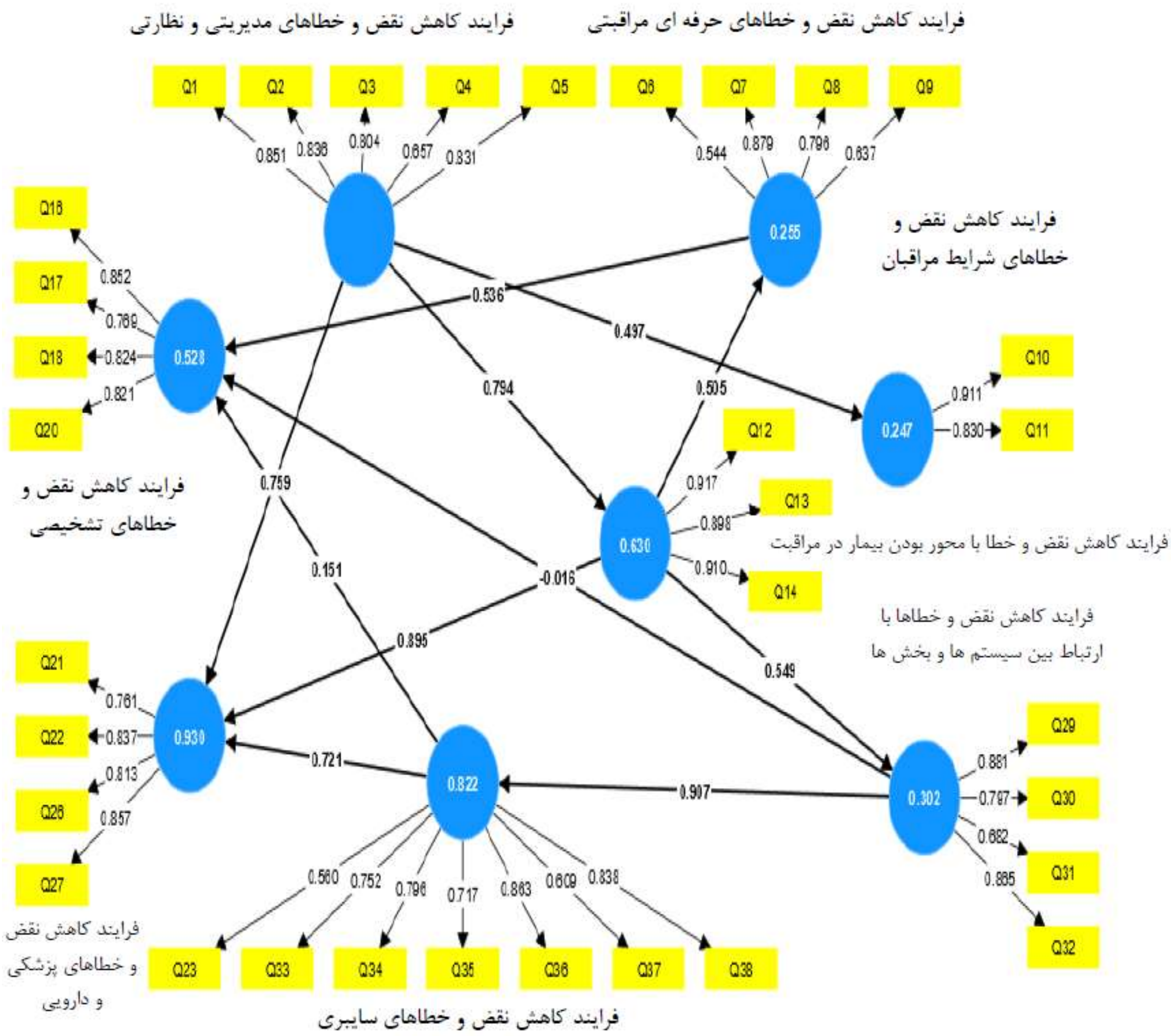
۳) فناوری بلاک چین با کاهش خطای تشخیصی، بر افزایش امنیت دستگاه‌های مدیریت یکپارچه خدمات بهداشتی و درمانی تأثیر معناداری دارد.

۴) فناوری بلاک چین با کاهش خطاهای دارویی بر افزایش امنیت دستگاه‌های مدیریت یکپارچه خدمات بهداشتی و درمانی تأثیر معناداری دارد.

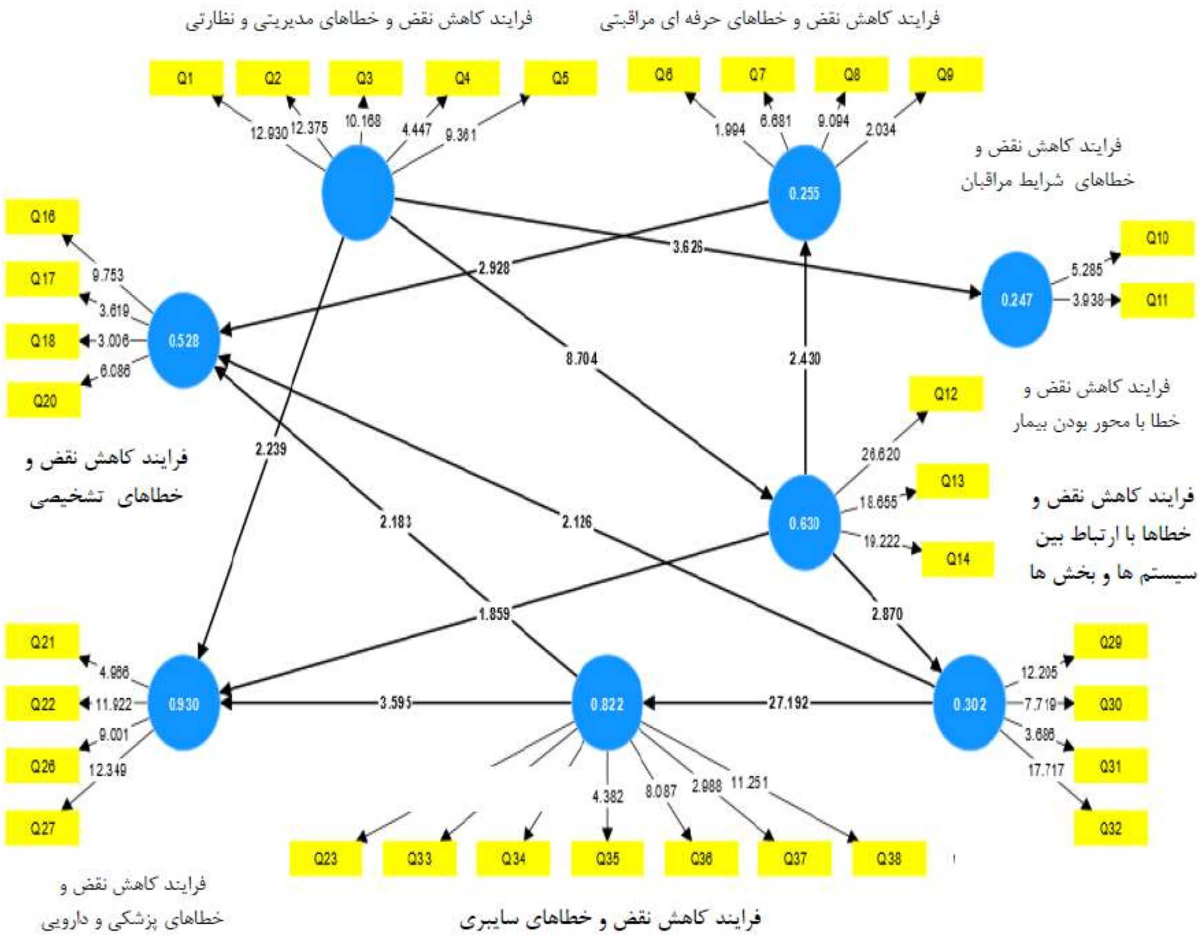
مطابق جدول **۲**، آماره‌های معنی‌داری بین متغیرهای جدول به‌صورت ذیل وجود دارد. این امر نشان از ارتباط قوی بین فرایند کاهش نقض و خطاها در دستگاه‌های مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با بکار گیری فناوری بلاک چین و در نتیجه افزایش ایمنی و امنیت دارد.

۵- بحث

بر اساس یافته و نتایج این تحقیق، مشخص شد که استفاده از قابلیت های فناوری بلاک چین می‌تواند با کاهش نقض و خطاهای بهداشتی و درمانی در افزایش ایمنی و امنیت بیماران نقش مؤثری داشته باشد. همچنین می‌تواند به بیماران، کادر درمان، تولیدکنندگان دارو و تجهیزات پزشکی مجموعه‌های بیمه‌ای و ... در انجام و دریافت باکیفیت خدمات بهداشتی و درمانی زمان و هزینه کمک نماید.



شکل (۵): ضرایب مسیر استاندارد مدل مفهومی پژوهش.



شکل (۶): نتایج آزمون تی- استیودنت برای بررسی معناداری ضرایب مسیر.

جدول (۱): مقادیر متوسط بار عاملی، آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و AVE

ردیف	متغیر	بار عاملی	میانگین واریانس (AVE)	پایایی ترکیبی	آلفای کرون باخ
۱	فرایند کاهش نقض و خطاهای مدیریتی و نظارتی	۰/۷۹۶	۰/۶۳۸	۰/۸۵۷	۰/۸۵۵
۲	فرایند کاهش نقض خطاهای حرفه ای مراقبتی	۰/۷۱۴	۰/۵۲۷	۰/۷۵۰	۰/۶۹۷
۳	فرایند کاهش نقض خطاهای شرایط مراقبان	۰/۸۷۱	۰/۷۶۰	۰/۷۳۳	۰/۶۹۰
۴	فرایند کاهش نقض و خطا با محور بودن بیمار در مراقبت	۰/۹۰۸	۰/۷۶۰	۰/۸۹۷	۰/۸۹۴
۵	فرایند کاهش نقض و خطاهای تشخیصی	۰/۸۱۷	۰/۶۶۸	۰/۸۶۵	۰/۸۴۰
۶	فرایند کاهش نقض و خطاهای پزشکی و دارویی	۰/۸۱۷	۰/۶۶۹	۰/۸۳۷	۰/۸۳۴
۷	فرایند کاهش نقض و خطاها با ارتباط بین سیستم‌ها و بخش‌ها	۰/۸۰۶	۰/۶۵۶	۰/۸۴۸	۰/۸۲۳
۸	فرایند کاهش نقض و خطاهای سایبری	۰/۷۳۴	۰/۵۴۹	۰/۸۸۰	۰/۸۵۸

جدول (۲): آماره‌های معنی‌داری برای اثبات هدف اصلی و یا فرضیه اصلی پژوهش

ردیف	مسیر	ضریب مسیر	سطح معنی‌داری (t value)	نتیجه آزمون
۱	ارتباط بین فرایند کاهش نقض و خطاها با ارتباط سیستم‌ها و بخش‌ها با فرایند کاهش نقض و خطاهای تشخیصی	۰/۱۶-	۲/۱۲۶	تایید
۲	ارتباط بین فرایند کاهش نقض و خطاها با ارتباط بین سیستم‌ها و بخش‌ها با فرایند کاهش نقض و خطاهای سایبری	۰/۹۰۷	۲۷/۱۹۲	تایید

ادامه جدول (۲).

۳	ارتباط بین فرایند کاهش نقض و خطاهای مدیریتی و نظارتی با فرایند کاهش نقض و خطاهای پزشکی و دارویی	۰/۷۵۹	۲/۲۳۹	تایید
۴	ارتباط بین فرایند کاهش نقض و خطاهای مدیریتی و نظارتی با فرایند کاهش نقض خطاهای شرایط مراقبان	۰/۸۲۳	۳/۶۲۶	تایید
۵	ارتباط بین فرایند کاهش نقض و خطاهای سایبری با فرایند کاهش نقض و خطاهای تشخیصی	۰/۱۵۱	۲/۱۸۳	تایید
۶	ارتباط بین فرایند کاهش نقض و خطاهای سایبری با فرایند کاهش نقض و خطاهای پزشکی و دارویی	۰/۷۲۱	۳/۵۹۵	تایید
۷	ارتباط بین فرایند کاهش نقض خطاهای حرفه ای مراقبتی با فرایند کاهش نقض و خطاهای تشخیصی	۰/۵۳۶	۲/۹۲۸	تایید

۶- جمع‌بندی و پیشنهادها

امروزه تقاضا برای مراقبت‌های بهداشتی و درمانی روبه افزایش است. رشد سریع جمعیت جهان و محدود شدن منابع و توسعه اطلاعات، انجام مناسب خدمات را دچار چالش و پرهزینه نموده است. لذا کیفیت ارائه خدمات بهداشتی و درمانی نقش مؤثری در ثبات سلامتی خواهد داشت. در حال حاضر دستگاه‌های اطلاعاتی برای ثبت و کنترل پرونده الکترونیک پزشکی با یک سری مشکلات از نظر پراکندگی، امنیت و حفظ حریم خصوصی اطلاعات پزشکی مواجه بوده است. اکثر مطالعات بیان‌کننده این مطالب است که عملکرد دستگاه‌های اطلاعاتی مطلوب نبوده است. هرچند استفاده وسیع از فناوری اطلاعات (در قالب دستگاه‌های مدیریت مراقبت بهداشتی و درمانی) در مراکز درمانی، به بهبود ایمنی بیماران، کادر درمان، بیمارستان‌ها و خصوصاً شرکت‌های ارائه‌کننده خدمات بیمه کمک شایانی برای مدیریت بهتر و انجام مناسب خدمات نموده است. بااین‌حال، بسیاری از انواع مختلف خطاهای پزشکی که به استفاده از فناوری اطلاعات سلامت در مراقبت‌های بهداشتی نسبت داده‌شده، بر ایمنی بیماران تأثیر منفی گذاشته است. با توجه به نتایج این تحقیق و یافته‌های به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که تحلیل نتایج به‌دست‌آمده تائیدی بر فرضیات و پاسخگوی مناسب به سؤالات بوده است. همچنین گویای این امر بوده است که تلفیق فناوری بلاک چین با دستگاه‌های مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی می‌تواند با کاهش نقض و خطاها می‌تواند در افزایش ایمنی و امنیت خدمات بهداشتی و درمانی کمک نماید. نتایج این پژوهش، برای ذینفعان مختلف در حوزه صنعت بهداشت و خدمات درمانی، از جمله وزارت بهداشت و درمان، کادر درمان، شرکت‌های ارائه‌دهنده بیمه‌های درمانی، بیمه‌های تکمیلی، تأمین‌کنندگان تجهیزات بهداشتی و درمانی، داروسازان و ... می‌توان مفید باشد. سرمایه‌گذاری و توسعه دانش در این زمینه می‌تواند به کاهش نقض و خطاها در فرایندهای مرتبط با خدمات بهداشت و درمانی و در نتیجه افزایش ایمنی و امنیت کمک شایانی نماید. بطوریکه با افزایش کیفیت خدمات موجب ارتقای سلامت و مدیریت هزینه‌ها شود.

۷- مراجع

Alzahrani, A. G., Alhomoud, A., & Wills, G. (2022). A framework of the critical factors for healthcare providers to share data securely using blockchain. *IEEE Access, 10*, 41064–41077. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166781

Bell, S. K., Delbanco, T., Elmore, J. G., Fitzgerald, P. S., Fossa, A., Harcourt, K., ... & DesRoches, C. M. (2020). Frequency and types of patient-reported errors in electronic health record ambulatory care notes. *JAMA Network Open, 3*(6), e205867. DOI: https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.5867

Burns, A., McDermid, J., & Dobson, J. (1992). On the meaning of safety and security. *The Computer Journal, 35*(1), 3–15. DOI: https://doi.org/10.1093/comjnl/35.1.3

Cusimano, J., & Byers, E. (2016). Safety and security: Two sides of the same coin. *Control Global, 23*, 14–15.

Da Costa, L., Pinheiro, B., Cordeiro, W., Araújo, R., & Abelém, A. (2023). Sec-Health: A blockchain-based protocol for securing health records. *IEEE Access, 11*, 16605–16620. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3245678

healthcare. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology, 37*(3), 328–335. DOI: https://doi.org/10.4103/joacp.JOACP_364_19

Seh, A. H., Zarour, M., Alenezi, M., Sarkar, A. K., Agrawal, A., Kumar, R., & Ahmad Khan, R. (2020). Healthcare data breaches: Insights and implications. *Healthcare, 8*(2), 133. DOI: https://doi.org/10.3390/healthcare8020133

Shuaib, K., Abdella, J., Sallabi, F., & Serhani, M. A. (2022). Secure decentralized electronic health records sharing system based on blockchains. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 34*(8), 5045–5058. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.12.007

Talebi, B., & Seyednazari, N. (2021). Challenges of information systems in healthcare organizations. *Health Management & Information Science, 7*(4), 187–195.

Villarreal, E. R. D., García-Alonso, J., Moguel, E., & Alegría, J. A. H. (2023). Blockchain for healthcare management systems: A survey on interoperability and security. *IEEE Access, 11*, 5629–5652. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3245678

World Health Organization. (2022). Ageing and health. *World Health Organization*.

Yeng, P. K., Fauzi, M. A., & Yang, B. (2022). A comprehensive assessment of human factors in cyber security compliance toward enhancing the security practice of healthcare staff in paperless hospitals. *Information, 13*(7), 335. DOI: https://doi.org/10.3390/info13070335

Yusefi, A. R., Nikmanesh, P., Kavosi, Z., & Sadeghi, A. (2021). Identifying the factors affecting the incidence of medication errors of nurses in teaching hospitals of Shiraz University of Medical Sciences. *Quarterly Journal of Management Strategies in Health System, 6*(3). DOI: https://doi.org/10.18502/mshsj.v6i3.8038

Daniel, D. (n.d.). Supply chain management (SCM). *TechTarget*.

Gutiérrez, O., Romero, G., Pérez, L., Salazar, A., Charris, M., & Wightman, P. (2020). Healthyblock: Blockchain-based IT architecture for electronic medical records resilient to connectivity failures. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(19), 7132. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17197132

Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., Suman, R., & Rab, S. (2021). Blockchain technology applications in healthcare: An overview. *International Journal of Intelligent Networks, 2*, 130–139. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijin.2021.09.005

Huang, J., Qi, Y. W., Asghar, M. R., Meads, A., & Tu, Y. C. (2022). Sharing medical data using a blockchain-based secure EHR system for New Zealand. *IET Blockchain, 2*(1), 13–28. DOI: https://doi.org/10.1049/blc2.12022

Kafy, A. (2019). Investigating the feeling of security and the factors affecting it (case study: Tehran). *Sociology of Iran's Social Issues (Iranian Social Science Research), 1*(1), Winter (In Persian).

Kaur, J., Rani, R., & Kalra, N. (2024). Attribute-based access control scheme for secure storage and sharing of EHRs using blockchain and IPFS. *Cluster Computing, 27*(1), 1047–1061. DOI: https://doi.org/10.1007/s10586-023-04190-9

Khatri, S., Alzahrani, F. A., Ansari, M. T. J., Agrawal, A., Kumar, R., & Khan, R. A. (2021). A systematic analysis on blockchain integration with healthcare domain: Scope and challenges. *IEEE Access, 9*, 84666–84687. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3087601

Kiani, K., Jameii, S. M., & Rahmani, A. M. (2023). Blockchain-based privacy and security preserving in electronic health: A systematic review. *Multimedia Tools and Applications, 82*(18), 28493–28519. DOI: https://doi.org/10.1007/s11042-023-15577-6

Mahmoudirad, G., Mahmodi, M. A., & Akbari, A. (2023). Experiences of Trauma Center Nursing Managers from the Accreditation Process: A Qualitative Study. *Journal of Surgery and Trauma 12*(2), 54–60 (In Persian).

Marbouh, D., Simsekler, M. C. E., Salah, K., Jayaraman, R., & Ellahham, S. (2022). Blockchain for patient safety: Use cases, opportunities and open challenges. *Data, 7*(12), 182. DOI: https://doi.org/10.3390/data7120182

Rahimi, E., Alizadeh, S. H., Safaeian, A. R., & Abbasgholizadeh, N. (2022). An investigation of patient safety culture: The beginning for quality and safety improvement plans in patient care services. *Journal of Health, 11*(2), 235–247 (In Persian).

Sam. (n.d.). Blockchain meaning: What exactly are blockchain currencies? *MARCA*.

Sameera, V., Bindra, A., & Rath, G. P. (2021). Human errors and their prevention in